

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
15. September 2005 (15.09.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/084830 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B08B 7/00**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/001301

(22) Internationales Anmeldedatum:
9. Februar 2005 (09.02.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
04004892.8 2. März 2004 (02.03.2004) EP

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **SIEMENS AKTIENGESSELLSCHAFT** [DE/DE];
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **KRÜGER, Ursus**

[DE/DE]; Krampnitzer Weg 11, 14089 Berlin (DE). **RE-
ICHE, Ralph** [DE/DE]; Bulgenbachweg 15, 13465 Berlin
(DE). **STEINBACH, Jan** [DE/DE]; Buchstrasse 8, 13353
Berlin (DE).

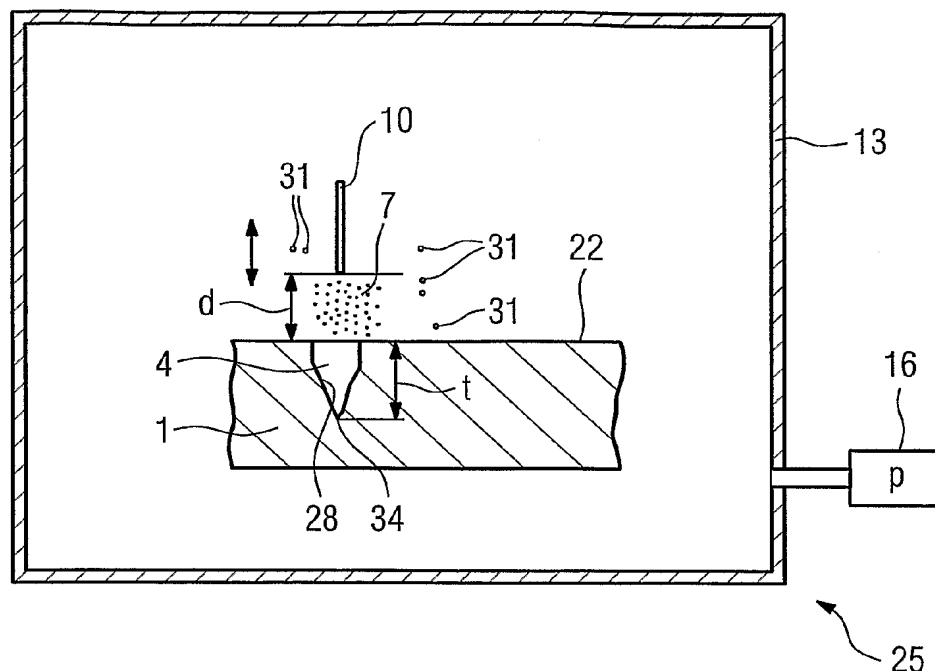
(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGE-
SELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR PLASMA CLEANING OF A COMPONENT

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR PLASMAREINIGUNG EINES BAUTEILS



(57) Abstract: Cracks are conventionally difficult to clean which often leads to damage to other regions of the component for clean-
ing. According to the invention, a plasma cleaning method is used, whereby a pressure (p) and/or a separation (d) of an electrode
(10) to the component (1) are varied, in order to achieve a plasma cleaning in the crack (4).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/084830 A1



TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL,

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Risse nach dem Stand der Technik lassen sich nur schwierig reinigen und führen oft zu einer Schädigung anderer Bereiche des zu reinigenden Bauteils. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird ein Plasmareinigungsverfahren angewendet, in dem ein Druck (p) und/oder ein Abstand (d) einer Elektrode (10) zu dem Bauteil (1) variiert wird, um ein Plasmareinigung in dem Riss (4) zu erzielen.

Verfahren zur Plasmareinigung eines Bauteils

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Plasmareinigung
5 eines Bauteils gemäß Anspruch 1.

Oberflächen von Bauteilen müssen für die Anwendung oder in
Zwischenschritten verschiedener Verfahren oft von
Verunreinigungen gereinigt werden. Die Verunreinigen können
10 Staubkörner, Öl oder Fettfilme oder auch Korrosionsprodukte
auf der Oberfläche des Bauteils sein.

Als Stand der Technik sind einfache Verfahren des Wischens
oder des Trockeneisstrahlens bekannt.
15 Wenn jedoch eine Vertiefung oder ein Riss gereinigt werden
soll, so müssen aufwändigere Verfahren angewendet werden.
Dies geschieht beispielsweise durch Fluorid-Ionen-Reinigung
(FIC), Wasserstoffglühung oder Salzbadreinigung. Bei diesen
Prozessen, die erheblichen apparativen Aufwand bedeuten,
20 werden auch die nicht zu reinigenden Flächen teilweise
erheblich beeinträchtigt.

Plasma-gestützte Vakuumätzprozesse von Bauteilen innerhalb
bekannter PVD- oder CVD-Beschichtungsverfahren unmittelbar
25 vor der Dampfabcheidung sind bekannt. Grundprinzip dieser
Oberflächenbehandlung ist das Zerstäuben oder auch Sputtern
anhaftender Verunreinigungen und der oberen Atomlagen des zu
entfernenden Werkstoffes zu Partikeln in atomarer
Größenordnung durch den Beschuss mit Inertgasionen. Die sehr
30 fein zerstäubte Verunreinigung ist quasi in die Gasphase
übergetreten und kann abgesaugt werden.

Solche Plasmen können durch die Kopplung geeigneter
Elektrodenanordnungen mit Hochspannungs-Hochfrequenz-
Generatoren erreicht werden. Diese Verfahren werden jedoch
35 nur zur Reinigung ebener Flächen angewendet.

Die EP 0 313 855 A2 offenbart ein Verfahren zur Erzeugung eines Gasplasmas, bei dem die Spannung auf einem bestimmten Wert kontrolliert wird.

- 5 Die EP 0 740 989 A2 offenbart eine Methode zum Reinigen von einer Vulkanisierform, bei der ein Plasmastrom erzeugt wird.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung ein Verfahren aufzuzeigen, mit dem ein Riss einfacher und schneller von Verunreinigungen
10 gereinigt werden kann, ohne dass andere Bereiche des Bauteils beeinträchtigt werden.

Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zur Plasmareinigung gemäß Anspruch 1.

15

In den Unteransprüchen sind weitere vorteilhafte Verfahrensschritte des erfindungsgemäßen Verfahrens aufgelistet.

Die in den Unteransprüchen aufgelisteten Maßnahmen können in
20 vorteilhafter Art und Weise miteinander kombiniert werden.

Es zeigen

- | | |
|------------|---|
| Figur 1, 2 | Vorrichtungen, um das erfindungsgemäße Verfahren durchzuführen, |
| 25 Figur 3 | eine Turbinenschaufel, |
| Figur 4 | eine Brennkammer und |
| Figur 5 | eine Gasturbine. |

30 Figur 1 zeigt eine beispielhafte Vorrichtung 25 um das erfindungsgemäße Verfahren durchzuführen. Sie besteht aus einer Kammer 13, in der ein Vakuum p herrscht. Das Vakuum p wird durch eine Pumpe 16 erzeugt, die an die Kammer 13 angeschlossen ist.

35 In der Kammer 13 ist ein Bauteil 1 vorhanden, das einen Riss 4 ausgehend von einer Oberfläche 22 aufweist.

Ebenso ist eine Elektrode 10 oberhalb der Oberfläche 22 eines Bauteils 1 angeordnet, um ein Plasma 7 zu initiieren und aufrechtzuerhalten.

5 Diese Elektrode 10 weist einen bestimmten Abstand d zur Oberfläche 22 des Bauteils 1 auf.

Für die Aufrechterhaltung eines Plasmas 7 gilt die Bedingung, dass das Produkt aus Abstand mal Druck konstant ist ($d \times p = \text{const.}$).

10 Da der Riss 4 eine bestimmte Tiefe t bis zur Rissspitze 34 aufweist, wird die Innenfläche 28 des Risses 4 nicht vollständig von dem Plasma 7 erfasst, da der Abstand der Elektrode 10 zu der äußeren Oberfläche 22 des Bauteils 1 und der Abstand bis zur Rissspitze 34 des Risses 4 verschieden sind.

15 Daher wird beispielsweise der Abstand d der Elektrode 10 zu der Oberfläche 22 variiert, so dass das Plasma 7 von der Rissspitze zur Oberfläche 22 oder von der Oberfläche 22 des Bauteils 1 zur Rissspitze 37 des Risses 4 wandert.

20 So kann der Abstand d , insbesondere stetig, erniedrigt werden, so dass das Plasma 7 von der Oberfläche 22 in den Riss 4 hineinwandert.

Ebenso kann in der Kammer 13 ein Reaktivgas 31 vorhanden sein, das beispielsweise mit einem Korrosionsprodukt in dem Riss 4 reagiert und so eine Reinigung des Risses 4 fördert.

Das Bauteil 1 kann metallisch oder keramisch sein.

Insbesondere ist das Bauteil 1 eine eisen-, kobalt- oder nickel-basierte Superlegierung, die beispielsweise zur Herstellung einer Turbinenschaufel 12, 130 (Fig. 3, 5) oder Brennkammerauskleidung 155 (Fig. 4) einer Turbine 100 (Fig. 5) dient. Weitere Bauteile einer Gas- oder Dampfturbine können mit diesem Verfahren gereinigt werden. Risse 4 in dem Bauteil 1 können bereits direkt nach dem Herstellen vorhanden sein oder haben sich nach dem betrieblichen Einsatz des Bauteils 1 gebildet.

Solche abgenutzten Bauteile 1, 120, 130, 155 werden oft wieder aufgearbeitet (Refurbishment). Dabei werden von der Oberfläche 22 Korrosionsprodukte entfernt. Korrosionsprodukte in dem Riss 4 lassen sich schwieriger entfernen.

- 5 Nachdem der Riss 4 mit dem erfindungsgemäßen Verfahren gereinigt worden ist, kann der Riss 4 zugeschweißt oder zugelötet werden, da das Lot sehr gut auf einer gereinigten Oberfläche haften kann.

Figur 2 zeigt eine weitere Vorrichtung 25' mit der das erfindungsgemäße Verfahren durchgeführt werden kann.

Die Vorrichtung 25' weist eine Steuerungseinheit 19 auf, die den Druck p in der Kammer 13 regelt. Da für die

5 Aufrechterhaltung eines Plasmas 7 die Bedingung "Abstand mal Druck gleich konstant" gilt, kann auch der Druck p variiert werden, um bei einem festen Abstand d zwischen von Elektrode 10 und Oberfläche 22 ein Plasma 7 in dem Riss 4 zu initiieren und aufrechtzuerhalten. Durch beispielsweise stetige
10 Erniedrigung des Drucks p wandert das Plasma 7 immer tiefer bis zur Rissspitze 34 des Risses 4.

Ebenso kann in der Kammer 13 ein Reaktivgas 31 vorhanden sein, das beispielsweise mit einem Korrosionsprodukt in dem
15 Riss 4 reagiert und so eine Reinigung des Risses 4 fördert.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, gleichzeitig Druck und Abstand so zu variieren, dass das Plasma 7
20 aufrechterhalten wird, wobei aber die Bedingung für die Aufrechterhaltung eines Plasmas 7 (Abstand mal Druck gleich konstant) eingehalten wird.

Der Abstand d und der Druck p können gleichzeitig oder abwechselnd variiert werden.

25 In der Kammer 13 kann ein Inertgas vorhanden sein (Ar, H₂, N₂...)

Figur 3 zeigt in perspektivischer Ansicht eine Schaufel 120,
30 130, die sich entlang einer Längsachse 121 erstreckt.

Die Schaufel 120 kann zur Plasmaerzeugung eine Laufschaufel 120 oder Leitschaufel 130 einer Strömungsmaschine sein. Die Strömungsmaschine kann eine Gasturbine eines Flugzeugs oder
35 eines Kraftwerks zur Elektrizitätserzeugung, eine Dampfturbine oder ein Kompressor sein.

Die Schaufel 120, 130 weist entlang der Längsachse 121 aufeinander folgend einen Befestigungsbereich 400, eine daran angrenzende Schaufelplattform 403 sowie ein Schaufelblatt 406 auf.

- 5 Als Leitschaufel 130 kann die Schaufel an ihrer Schaufelspitze 415 eine weitere Plattform aufweisen (nicht dargestellt).

- 10 Im Befestigungsbereich 400 ist ein Schaufelfuß 183 gebildet, der zur Befestigung der Laufschaufeln 120, 130 an einer Welle oder einer Scheibe dient (nicht dargestellt).
Der Schaufelfuß 183 ist bspw. als Hammerkopf ausgestaltet. Andere Ausgestaltungen als Tannenbaum- oder Schwalbenschwanzfuß sind möglich.

- 15 Die Schaufel 120, 130 weist für ein Medium, das an dem Schaufelblatt 406 vorbeiströmt, eine Anströmkante 409 und eine Abströmkante 412 auf.

- 20 Bei herkömmlichen Schaufeln 120, 130 werden in allen Bereichen 400, 403, 406 der Schaufel 120, 130 bspw. massive metallische Werkstoffe verwendet.
Die Schaufel 120, 130 kann hierbei durch ein Gussverfahren, auch mittels gerichteter Erstarrung, durch ein Schmiedeverfahren, durch ein Fräsverfahren oder Kombinationen
25 daraus gefertigt sein.

- Werkstücke mit einkristalliner Struktur oder Strukturen werden als Bauteile für Maschinen eingesetzt, die im Betrieb hohen mechanischen, thermischen und/oder chemischen
30 Belastungen ausgesetzt sind.
Die Fertigung von derartigen einkristallinen Werkstücken erfolgt z.B. durch gerichtetes Erstarren aus der Schmelze. Es handelt sich dabei um Gießverfahren, bei denen die flüssige metallische Legierung zur einkristallinen Struktur, d.h. zum
35 einkristallinen Werkstück, oder gerichtet erstarrt.
Dabei werden dendritische Kristalle entlang dem Wärmefluss ausgerichtet und bilden entweder eine stängelkristalline

Kornstruktur (kolumnar, d.h. Körner, die über die ganze Länge des Werkstückes verlaufen und hier, dem allgemeinen Sprachgebrauch nach, als gerichtet erstarrt bezeichnet werden) oder eine einkristalline Struktur, d.h. das ganze Werkstück besteht aus einem einzigen Kristall. In diesen Verfahren muss man den Übergang zur globulitischen (polykristallinen) Erstarrung meiden, da sich durch ungerichtetes Wachstum notwendigerweise transversale und longitudinale Korngrenzen ausbilden, welche die guten Eigenschaften des gerichtet erstarrten oder einkristallinen Bauteiles zunichte machen.

Ist allgemein von gerichtet erstarrten Gefügen die Rede, so sind damit sowohl Einkristalle gemeint, die keine Korngrenzen oder höchstens Kleinwinkelkorngrenzen aufweisen, als auch Stängelkristallstrukturen, die wohl in longitudinaler Richtung verlaufende Korngrenzen, aber keine transversalen Korngrenzen aufweisen. Bei diesen zweitgenannten kristallinen Strukturen spricht man auch von gerichtet erstarrten Gefügen (directionally solidified structures).

Solche Verfahren sind aus der US-PS 6,024,792 und der EP 0 892 090 A1 bekannt.

Wiederaufarbeitung (Refurbishment) bedeutet, dass Bauteile 120, 130 nach ihrem Einsatz gegebenenfalls von Schutzschichten befreit werden müssen (z.B. durch Sandstrahlen). Danach erfolgt eine Entfernung der Korrosions- und/oder Oxidationsschichten bzw. -produkte. Gegebenenfalls werden auch noch Risse im Bauteil 120, 130 repariert. Danach erfolgt eine Wiederbeschichtung des Bauteils 120, 130 und ein erneuter Einsatz des Bauteils 120, 130.

Die Schaufel 120, 130 kann hohl oder massiv ausgeführt sein. Wenn die Schaufel 120, 130 gekühlt werden soll, ist sie hohl und weist ggf. noch Filmkühlöffnungen (nicht dargestellt) auf.

Als Schutz gegen Korrosion weist die Schaufel 120, 130 bspw. entsprechende meistens metallische Beschichtungen auf und als Schutz gegen Wärme meistens noch eine keramische Beschichtung.

5

Die Figur 4 zeigt eine Brennkammer 110 einer Gasturbine. Die Brennkammer 110 ist beispielsweise als so genannte Ringbrennkammer ausgestaltet, bei der eine Vielzahl von in Umfangsrichtung um die Turbinenwelle 103 herum angeordneten Brennern 102 in einen gemeinsamen Brennkammerraum münden. Dazu ist die Brennkammer 110 in ihrer Gesamtheit als ringförmige Struktur ausgestaltet, die um die Turbinenwelle 103 herum positioniert ist.

15

Zur Erzielung eines vergleichsweise hohen Wirkungsgrades ist die Brennkammer 110 für eine vergleichsweise hohe Temperatur des Arbeitsmediums M von etwa 1000°C bis 1600°C ausgelegt. Um auch bei diesen, für die Materialien ungünstigen

20

Betriebsparametern eine vergleichsweise lange Betriebsdauer zu ermöglichen, ist die Brennkammerwand 153 auf ihrer dem Arbeitsmedium M zugewandten Seite mit einer aus

Hitzeschildelementen 155 gebildeten Innenauskleidung

versehen. Jedes Hitzeschildelement 155 ist

25

arbeitsmediumsseitig mit einer besonders hitzebeständigen Schutzschicht ausgestattet oder aus hochtemperaturbeständigem Material gefertigt. Aufgrund der hohen Temperaturen im Inneren der Brennkammer 110 ist zudem für die

Hitzeschildelemente 155 bzw. für deren Halteelemente ein

30

Kühlsystem vorgesehen.

Die Materialien der Brennkammerwand und deren Beschichtungen können ähnlich der Turbinenschaufeln sein.

35

Die Brennkammer 110 ist insbesondere für eine Detektion von Verlusten der Hitzeschildelemente 155 ausgelegt. Dazu ist

zwischen der Brennkammerwand 153 und den Hitzeschildelementen 155 eine Anzahl von Temperatursensoren 158 positioniert.

5 Die Figur 5 zeigt beispielhaft eine Gasturbine 100 in einem Längsteilschnitt.

Die Gasturbine 100 weist im Inneren einen um eine Rotationsachse 102 drehgelagerten Rotor 103 auf, der auch als Turbinenläufer bezeichnet wird.

10 Entlang des Rotors 103 folgen aufeinander ein Ansauggehäuse 104, ein Verdichter 105, eine beispielsweise torusartige Brennkammer 110, insbesondere Ringbrennkammer 106, mit mehreren koaxial angeordneten Brennern 107, eine Turbine 108 und das Abgasgehäuse 109.

15 Die Ringbrennkammer 106 kommuniziert mit einem beispielsweise ringförmigen Heißgaskanal 111. Dort bilden beispielsweise vier hintereinandergeschaltete Turbinenstufen 112 die Turbine 108.

20 Jede Turbinenstufe 112 ist bspw. aus zwei Schaufelringen gebildet. In Strömungsrichtung eines Arbeitsmediums 113 gesehen folgt im Heißgaskanal 111 einer Leitschaufelreihe 115 eine aus Laufschaufeln 120 gebildete Reihe 125.

25 Die Leitschaufeln 130 sind dabei an einem Innengehäuse 138 eines Stators 143 befestigt, wohingegen die Laufschaufeln 120 einer Reihe 125 bspw. mittels einer Turbinenscheibe 133 am Rotor 103 angebracht sind.

An dem Rotor 103 angekoppelt ist ein Generator oder eine Arbeitsmaschine (nicht dargestellt).

30

Während des Betriebes der Gasturbine 100 wird vom Verdichter 105 durch das Ansauggehäuse 104 Luft 135 angesaugt und verdichtet. Die am turbinenseitigen Ende des Verdichters 105 bereitgestellte verdichtete Luft wird zu den Brennern 107

35 geführt und dort mit einem Brennmittel vermischt. Das Gemisch wird dann unter Bildung des Arbeitsmediums 113 in der Brennkammer 110 verbrannt. Von dort aus strömt das

Arbeitsmedium 113 entlang des Heißgaskanals 111 vorbei an den Leitschaufeln 130 und den Laufschaufeln 120. An den Laufschaufeln 120 entspannt sich das Arbeitsmedium 113 impulsübertragend, so dass die Laufschaufeln 120 den Rotor 103 antreiben und dieser die an ihn angekoppelte Arbeitsmaschine.

Die dem heißen Arbeitsmedium 113 ausgesetzten Bauteile unterliegen während des Betriebes der Gasturbine 100 thermischen Belastungen. Die Leitschaufeln 130 und Laufschaufeln 120 der in Strömungsrichtung des Arbeitsmediums 113 gesehen ersten Turbinenstufe 112 werden neben den die Ringbrennkammer 106 auskleidenden Hitzeschildsteinen am meisten thermisch belastet.

Um den dort herrschenden Temperaturen standzuhalten, können diese mittels eines Kühlmittels gekühlt werden. Ebenso können Substrate der Bauteile eine gerichtete Struktur aufweisen, d.h. sie sind einkristallin (SX-Struktur) oder weisen nur längsgerichtete Körner auf (DS-Struktur).

Als Material für die Bauteile, insbesondere für die Turbinenschaufel 120, 130 und Bauteile der Brennkammer 110 werden bspw. eisen-, nickel- oder kobaltbasierte Superlegierungen verwendet.

Solche Superlegierungen sind bspw. aus der EP 1204776, EP 1306454, EP 1319729, WO 99/67435 oder WO 00/44949 bekannt; diese Schriften sind Teil der Offenbarung.

Ebenso können die Schaufeln 120, 130 Beschichtungen gegen Korrosion (MCrAlX; M ist zumindest ein Element der Gruppe Eisen (Fe), Kobalt (Co), Nickel (Ni), X ist ein Aktivelement und steht für Yttrium (Y) und/oder Silizium und/oder zumindest ein Element der Seltenen Erden) und Wärme durch eine Wärmedämmschicht aufweisen.

Die Wärmedämmschicht besteht beispielsweise ZrO_2 , Y_2O_3 - ZrO_2 , d.h. sie ist nicht, teilweise oder vollständig stabilisiert durch Yttriumoxid und/oder Kalziumoxid und/oder Magnesiumoxid.

Durch geeignete Beschichtungsverfahren wie z.B. Elektronenstrahlverdampfen (EB-PVD) werden stängelförmige Körner in der Wärmedämmschicht erzeugt.

- 5 Die Leitschaufel 130 weist einen dem Innengehäuse 138 der Turbine 108 zugewandten Leitschaufelfuß (hier nicht dargestellt) und einen dem Leitschaufelfuß gegenüberliegenden Leitschaufelkopf auf. Der Leitschaufelkopf ist dem Rotor 103 zugewandt und an einem Befestigungsring 140 des Stators 143
10 festgelegt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Plasmareinigung eines Bauteils (1),
wobei das Bauteil (1) in einer Kammer (13) mit einer
5 Elektrode (10) zur Initiierung eines Plasmas (7)
angeordnet ist,
wobei bestimmte Parameter (p, d) des Plasmas einzuhalten
sind, um das Plasma (7) aufrechtzuerhalten,
wobei zumindest ein Parameter (p, d) variiert wird,
10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

ein Riss (4),
der von der Oberfläche (22) des Bauteils (1) ausgeht,
15 gereinigt wird, wobei entweder
• in der Kammer (13) ein konstanter Druck (p) herrscht und
ein Abstand (d) der Elektrode (10) zu der Oberfläche (22)
in Abhängigkeit der Risstiefe (t) des Risses (4) variiert
wird,
20 oder
• der Abstand (d) einer Elektrode (10) zur Initiierung
eines Plasmas (7) zu der Oberfläche (22) des Bauteils (1)
konstant gehalten wird und der Druck (p) der Kammer (13)
variiert wird,
25 oder
• sowohl der Abstand (d) einer Elektrode (10) zu der
Oberfläche (22) des Bauteils (1),
als auch den Druck (p) innerhalb der Kammer (13) variiert
wird,
30 wobei das Produkt aus Abstand (d) und Druck (p) konstant
bleibt.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

der Abstand (d) der Elektrode (10) zur Oberfläche (22) des
Bauteils (1), insbesondere stetig, erniedrigt wird,
um eine Plasmareinigung in dem Riss (4) zu erzielen.

3. Verfahren nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

der Druck (p), insbesondere stetig, erniedrigt wird,
um das Plasma (7), ausgehend von der Oberfläche (22),
um eine Plasmareinigung in dem Riss (4) zu erzielen.

4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

dass das Bauteil (1) in einer Kammer (13) angeordnet ist,
und dass der Kammer (13) ein Reaktivgas (31) zugeführt
wird,

das mit einem zu entfernenden Produkt in dem Riss (4)
reagiert..

5. Verfahren nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

das Bauteil (1) eine Turbinenschaufel (120, 130), eine
Brennkammerwand (155) oder ein anderes Gehäuseteil einer
Strömungsmaschine, insbesondere einer Turbine (100),
insbesondere einer Gasturbine, ist.

6. Verfahren nach Anspruch 1 oder 5,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

5

das Bauteil (1) ein wieder aufzuarbeitendes Bauteil (1)
ist.

FIG 1

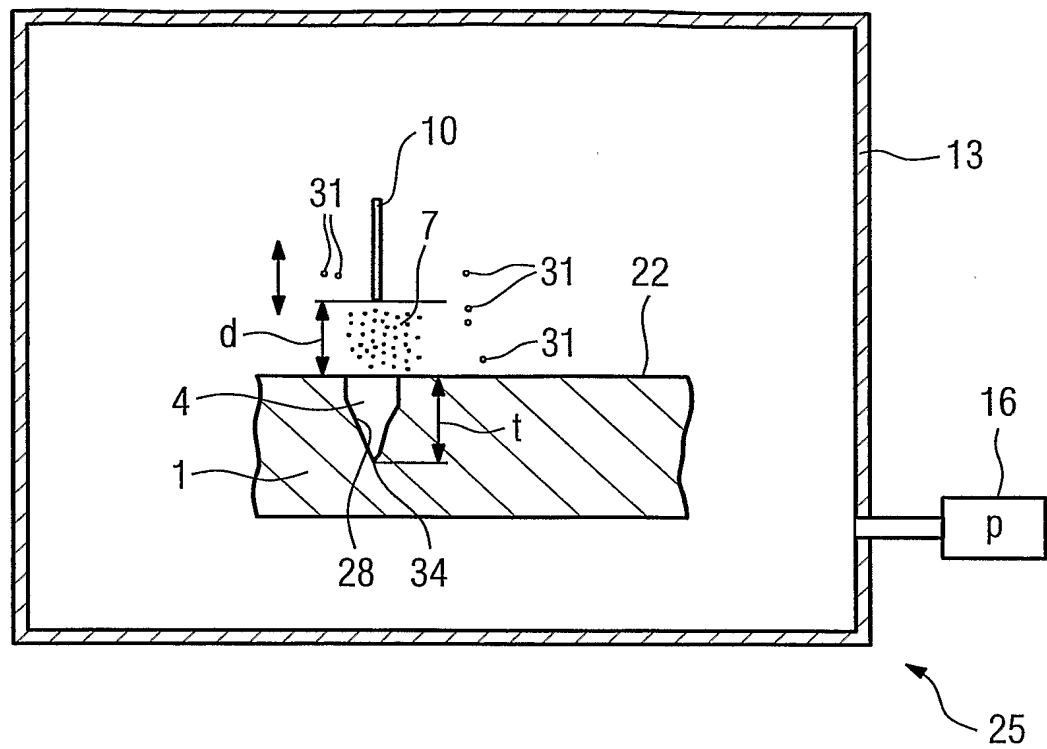


FIG 2

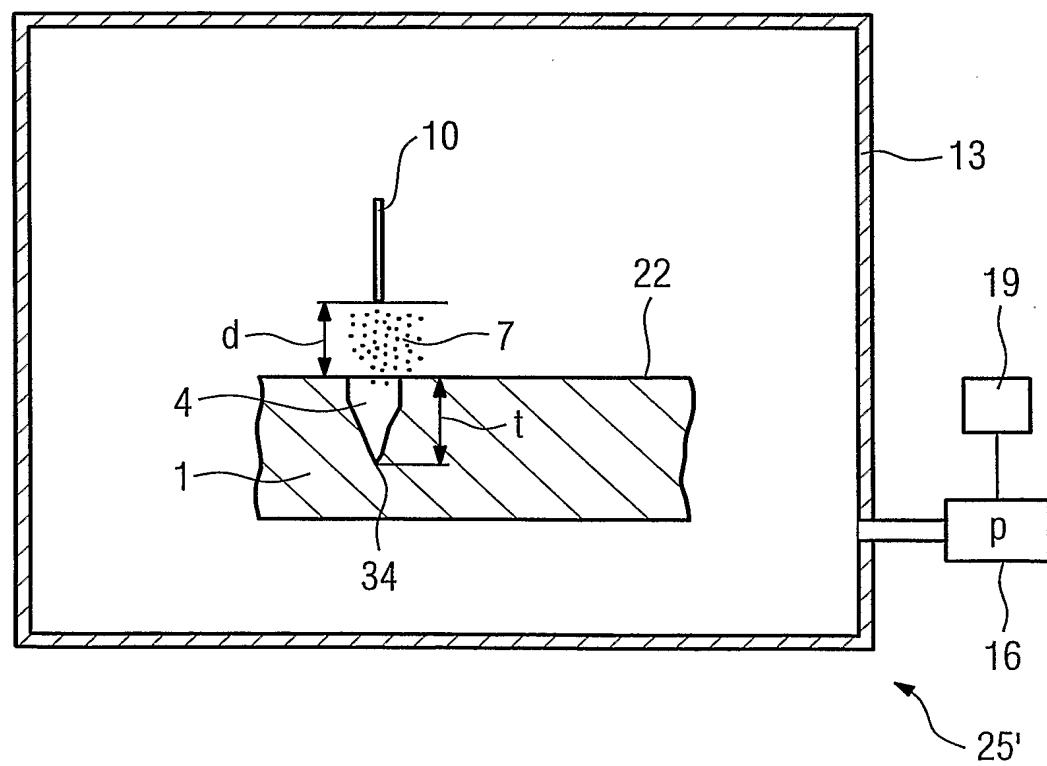
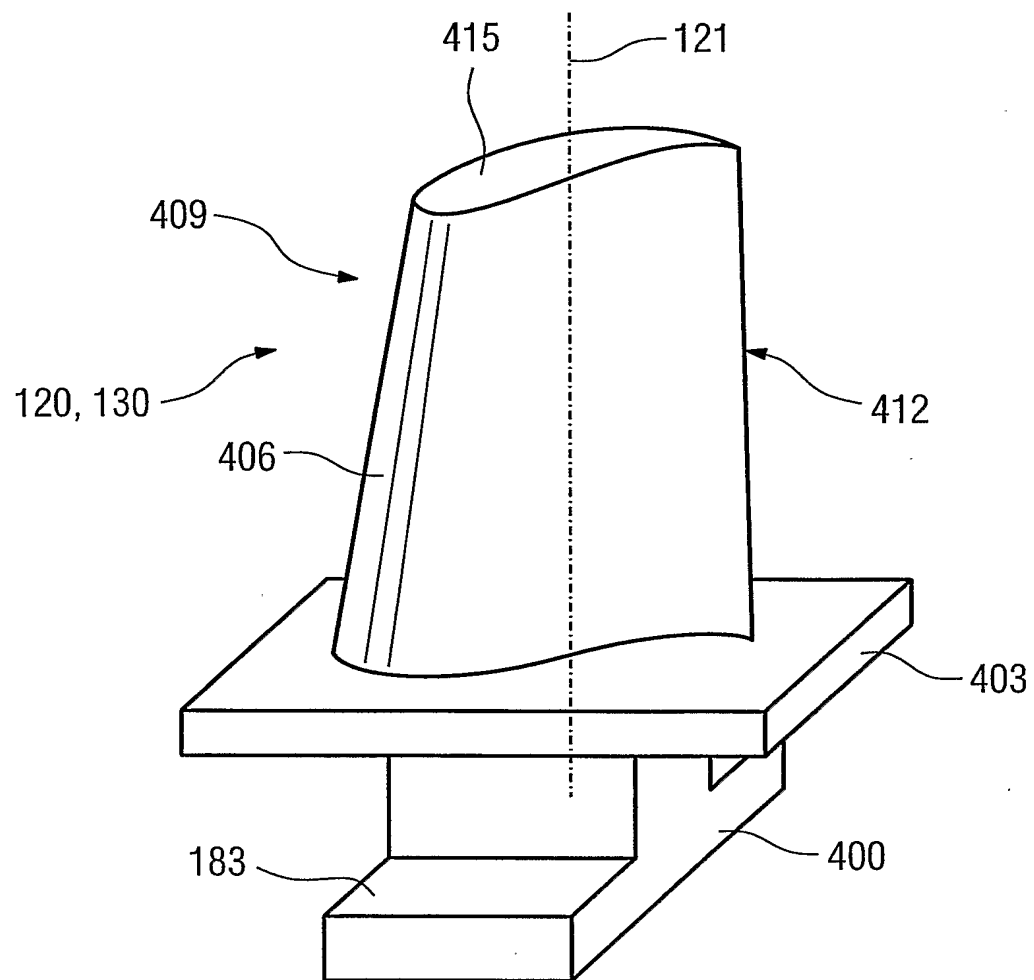


FIG 3



3 / 4

FIG 4

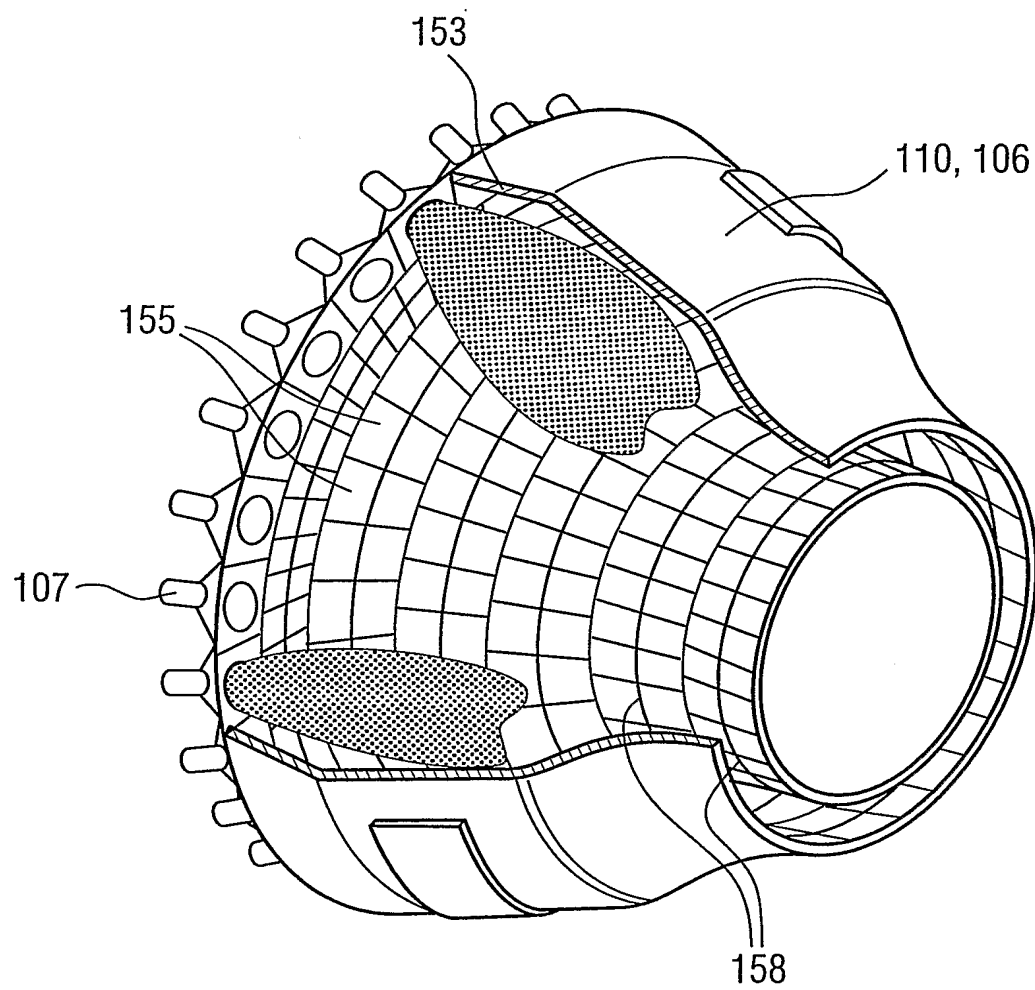
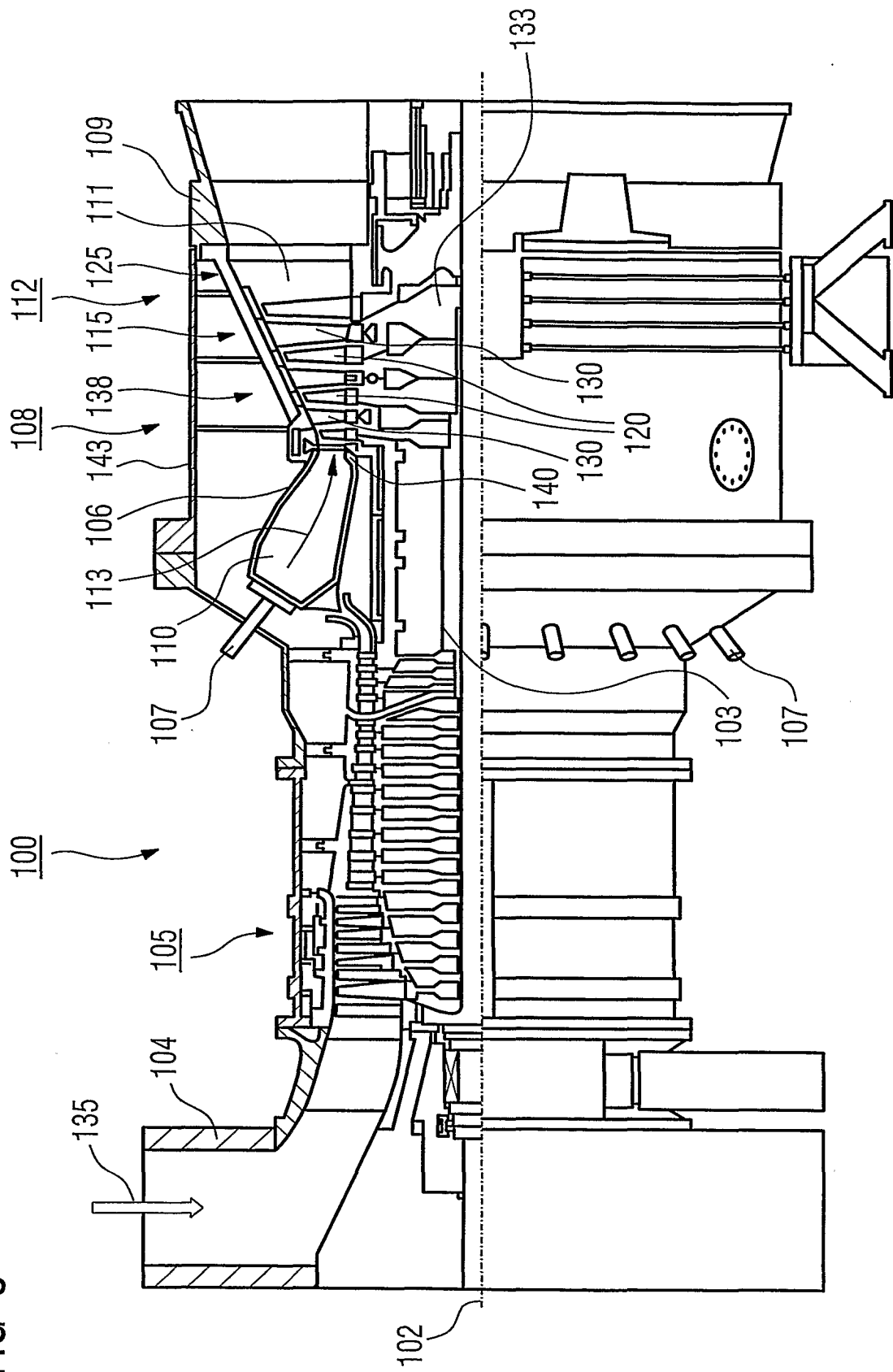


FIG 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/001301

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B08B7/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 B08B C23C B23K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EP0-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 313 855 A (IBM) 3 May 1989 (1989-05-03) column 1, line 1 - line 11 column 2, line 16 - line 23 column 5, line 3 - line 14 column 6, line 35 - line 37	1,4-6
A	EP 0 740 989 A (BRIDGESTONE CORP) 6 November 1996 (1996-11-06) page 2, line 21 - line 22 page 2, line 36	1,4-6
A	EP 1 135 540 B (SIEMENS AG) 26 September 2001 (2001-09-26) column 9, line 31 - line 35; claims 1,7,11	1,4-6
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 June 2005

Date of mailing of the international search report

16/06/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Militzer, E

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/001301

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 098 450 A (RESOR DAVID L ET AL) 4 July 1978 (1978-07-04) column 1, line 16 - line 28; claims 1,4 -----	1,4-6
A	FR 2 836 157 A (USINOR) 22 August 2003 (2003-08-22) page 3, line 28 - line 30 -----	1-4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2005/001301

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0313855	A	03-05-1989	US 4853081 A	01-08-1989
			EP 0313855 A2	03-05-1989
			JP 1155682 A	19-06-1989
			JP 1809000 C	10-12-1993
			JP 5020917 B	22-03-1993
EP 0740989	A	06-11-1996	JP 3277094 B2	22-04-2002
			JP 8300366 A	19-11-1996
			JP 3277095 B2	22-04-2002
			JP 8300367 A	19-11-1996
			DE 69604008 D1	07-10-1999
			DE 69604008 T2	06-04-2000
			EP 0740989 A2	06-11-1996
			ES 2137586 T3	16-12-1999
			US 5769953 A	23-06-1998
EP 1135540	B	26-09-2001	EP 1135540 A1	26-09-2001
			DE 59901000 D1	18-04-2002
			JP 2002527628 T	27-08-2002
			US 2002063114 A1	30-05-2002
			US 2001055653 A1	27-12-2001
			WO 0023634 A1	27-04-2000
US 4098450	A	04-07-1978	DE 2810598 A1	21-09-1978
			FR 2383750 A1	13-10-1978
			GB 1591436 A	24-06-1981
			IT 1093421 B	19-07-1985
			JP 1113863 C	16-09-1982
			JP 53115647 A	09-10-1978
			JP 57007855 B	13-02-1982
			SE 447488 B	17-11-1986
			SE 7805687 A	18-11-1979
			SE 447489 B	17-11-1986
			SE 8106315 A	26-10-1981
FR 2836157	A	22-08-2003	FR 2836157 A1	22-08-2003
			AU 2003238140 A1	29-09-2003
			BR 0307889 A	28-12-2004
			CA 2476184 A1	25-09-2003
			EP 1476588 A1	17-11-2004
			WO 03078692 A1	25-09-2003

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2005/001301

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B08B7/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 B08B C23C B23K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 313 855 A (IBM) 3. Mai 1989 (1989-05-03) Spalte 1, Zeile 1 - Zeile 11 Spalte 2, Zeile 16 - Zeile 23 Spalte 5, Zeile 3 - Zeile 14 Spalte 6, Zeile 35 - Zeile 37	1,4-6
A	EP 0 740 989 A (BRIDGESTONE CORP) 6. November 1996 (1996-11-06) Seite 2, Zeile 21 - Zeile 22 Seite 2, Zeile 36	1,4-6
A	EP 1 135 540 B (SIEMENS AG) 26. September 2001 (2001-09-26) Spalte 9, Zeile 31 - Zeile 35; Ansprüche 1,7,11	1,4-6
	----- -/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

9. Juni 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

16/06/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Militzer, E

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/001301

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 4 098 450 A (RESOR DAVID L ET AL) 4. Juli 1978 (1978-07-04) Spalte 1, Zeile 16 - Zeile 28; Ansprüche 1,4	1,4-6
A	FR 2 836 157 A (USINOR) 22. August 2003 (2003-08-22) Seite 3, Zeile 28 - Zeile 30	1-4

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/001301

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0313855 A	03-05-1989	US 4853081 A	01-08-1989
		EP 0313855 A2	03-05-1989
		JP 1155682 A	19-06-1989
		JP 1809000 C	10-12-1993
		JP 5020917 B	22-03-1993
EP 0740989 A	06-11-1996	JP 3277094 B2	22-04-2002
		JP 8300366 A	19-11-1996
		JP 3277095 B2	22-04-2002
		JP 8300367 A	19-11-1996
		DE 69604008 D1	07-10-1999
		DE 69604008 T2	06-04-2000
		EP 0740989 A2	06-11-1996
		ES 2137586 T3	16-12-1999
		US 5769953 A	23-06-1998
EP 1135540 B	26-09-2001	EP 1135540 A1	26-09-2001
		DE 59901000 D1	18-04-2002
		JP 2002527628 T	27-08-2002
		US 2002063114 A1	30-05-2002
		US 2001055653 A1	27-12-2001
		WO 0023634 A1	27-04-2000
US 4098450 A	04-07-1978	DE 2810598 A1	21-09-1978
		FR 2383750 A1	13-10-1978
		GB 1591436 A	24-06-1981
		IT 1093421 B	19-07-1985
		JP 1113863 C	16-09-1982
		JP 53115647 A	09-10-1978
		JP 57007855 B	13-02-1982
		SE 447488 B	17-11-1986
		SE 7805687 A	18-11-1979
		SE 447489 B	17-11-1986
		SE 8106315 A	26-10-1981
FR 2836157 A	22-08-2003	FR 2836157 A1	22-08-2003
		AU 2003238140 A1	29-09-2003
		BR 0307889 A	28-12-2004
		CA 2476184 A1	25-09-2003
		EP 1476588 A1	17-11-2004
		WO 03078692 A1	25-09-2003